

## Moldeo por Inyección Termoendurecida

El moldeo por inyección de materiales termoendurecidos es el método más automático de procesar estos materiales y ha sido el más común. La diferencia principal entre moldeo por inyección y por transferencia es el manejo reducido de material. Con moldeo por inyección, el material está alimentado directamente en la tolva de la prensa de moldeo, eliminando la preformación, almacenaje de preformación, y precalentamiento.

Una **prensa de moldeo por inyección** consiste de dos secciones mayores, que son la **sección de cierre** y la **sección de procesamiento de material**. La **sección de cierre**, la cual es semejante a una prensa de compresión, es básicamente un cilindro hidráulico que cierra las mitades del molde y las mantiene unidas bajo presión. En el caso de una prensa de palanca, hay un cilindro y mecanismo de atadura que cierra las mitades del molde y las mantiene unidas bajo presión. Además del mecanismo de cierre, esta parte de la prensa también provee el mecanismo para sacar las partes del molde.

El tamaño mínimo de una prensa está determinado por la presión requerida para cerrar el molde durante el ciclo de moldeo. PLENCO típicamente sugiere que la fuerza de cerrar igual a 1.816 Kg (4.000 libras) por pulgada cuadrada del área provista en la línea de separación.

El molde consiste de un lado de cavidad con uno o más cavidades y un lado de fuerza. El manguito del bebedero es el canal que conecta la boquilla del cilindro de inyección con el sistema de canales del molde. Es ahusado para facilitar la eliminación del bebedero del molde. Las cavidades están conectadas al bebedero en manera de canales y entradas. El molde está calentado por calentadores de cartucho eléctrico, vapor o aceite caliente hasta una escala de temperaturas de

165°C -182°C (330°F - 360°F) para los compuestos fenólicos de moldeo, 150°C - 177°C (300°F - 350°F) para los compuestos melaminofenólicos de moldeo, ó 163°C -182°C (325°F - 360°F) para compuestos poliésteres granulares de moldeo de PLENCO, o 143°C - 171°C (290°F - 340°F) para compuestos poliésteres en masa (BMC) de moldeo de PLENCO.

**La sección de procesamiento de material** incluye el tambor, el émbolo de tornillo o algunas veces un pistón para los materiales en masa (BMC) y la tolva de material que normalmente es reemplazado con un alimentador mientras moldea el BMC. Aunque es posible tener una máquina de moldeo por inyección que no tenga un émbolo de tornillo, siempre se usa un émbolo de tornillo para procesar los fenólicos, melanofenólicos y poliésteres granulares. Los compuestos en masa (BMC) de moldeo usualmente se procesan utilizando un émbolo de tornillo pero también pueden hacerse funcionar en las prensas de pistón.

El émbolo de tornillo ayuda en el procesamiento de los materiales termoendurecidos en varias maneras. El movimiento rotativo avanza el material hacia abajo del tornillo donde se convierte en plástico (cambiado de un estado sólido a uno semi-viscoso) y entonces se inyecta en el molde. A la misma vez que la rotación del tornillo está avanzando el material, al tornillo se la hace retroceder. Este "retroceso" del tornillo permite que el material de plástico se mueva al frente del tornillo así entonces puede inyectarse en el molde.

Una vez que la cantidad predeterminada de material se convierte en plástico en frente del tornillo, el tornillo está empujada hacia delante, forzando el material hacia fuera del tambor y hacia adentro del molde. El procesamiento de un compuesto termoendurecido de moldeo es controlado por tres cosas que son la temperatura, presión y tiempo. En el moldeo por inyección, cada una de estas está afectada por diversas variables que necesitan ser controladas.

**Temperatura** – La temperatura de la masa fundida del material de moldeo (temperatura de la masa) es controlada por las temperaturas del tambor, velocidad del tornillo, velocidad de inyección y contrapresión. Las camisas de agua alrededor del tambor regulan el punto en que el material empezará a convertirse en plástico. La velocidad del tornillo, velocidad de inyección y contrapresión crean calor por fricción. Para mantener una temperatura de fusión consistente y trabajable, todas las variables tienen que ser coordinadas y ajustadas. La temperatura de la masa fundida no puede estar tan caliente que el material cure antes de que pueda llenar las piezas, ni tan fría que los tiempos del ciclo tengan que ser extendidos para producir piezas aceptables del molde.

**Presión** – La presión en el material está controlada por la presión primaria que mueve el tornillo hacia adelante a una velocidad rápida para llenar las cavidades. La presión secundaria (presión de mantenimiento) completa el llenar de las cavidades y mantiene la presión en el material hasta que sea curado suficientemente para permitir el tornillo regresar y convertir en plástico la próxima inyección.

**Tiempo** – El tiempo requerido para cada fase del proceso debería ser establecido y optimizado. La fase de inyección con alta presión debería estar controlada por un interruptor de recorrido que cambia la presión en el cilindro de inyección desde la primaria a la secundaria. El contador del tiempo de la presión primaria o secundaria debería usarse para asegurar que el interruptor está hecho desde la presión primaria a la secundaria, si por cualquier razón el interruptor de recorrido no lleva a cabo este funcionamiento.

### **¿Cuáles son las ventajas de Moldeo por Inyección?**

- El manejo de material está reducido a causa de la tolva de prensa contendrá usualmente suficiente material para moldear piezas por un período extendido.
- Las espigas de núcleo con diámetro más largo y pequeño pueden ser usados porque pueden ser sostenidos en ambos extremos.
- Tras haber sido cerrado el molde antes de inyectar en él cualquier material adentro, las piezas que contienen inserciones de metal pueden ser moldeadas sin tener rebabas de material en las inserciones.
- Las tolerancias relativamente más apretadas a través de las líneas de separación son posibles.

- La rebaba en la línea de separación puede ser mantenida a un grosor mínimo si el molde está diseñado apropiadamente y bien mantenido.
- El moldeo por inyección de materiales termoendurecidos es apto para automatizar el proceso lo que puede resultar en bajos precios por pieza.

### ¿Cuáles son las desventajas de Moldeo por Inyección?

- La deformación puede ser problema en el moldeo por inyección porque los materiales de inyección tienen flujos más suaves y más encogimiento. Introducir por la fuerza el material por el bebedero, canal y entrada, puede orientar el material produciendo encogimiento no uniforme.
- El llenar de las piezas por una de las dos entradas produce piezas que tienen líneas de punto. Estas líneas de punto son las más débiles áreas en la pieza.
- La cantidad de chatarra en total producida durante moldeo por inyección será usualmente más superior que la de moldeo por compresión a causa de la chatarra adicional creada por el bebedero y canal. En el pasado, la chatarra termoendurecida tenía que ser tirada en un vertedero de basuras. Sin embargo, ahora están siendo reciclados con éxito algunos materiales termoendurecidos.  
**Nota:** El uso de “distribuidores fríos” puede reducir la cantidad de chatarra de bebedero y canal y ha tenido mucho éxito en el moldeo de materiales granulares y poliésteres en masa (BMC).